

режиме счетчик может продолжать контроль расхода в течение 24 часов. В случае разряда батареи, данное событие фиксируется в энергонезависимой памяти прибора.

Применение измерительного прибора данного класса позволит существенно снизить затраты на энергоресурсы и даст возможность детального анализа данных об энергопотреблении с целью оптимизации последнего.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СПОСОБОВ ОХЛАЖДЕНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩИХ УСТАНОВОК**

*Петракович М.А., Абдулгужина И.Р., Демин Ю.К., Матвеев С.В., Картавцев С.В.  
Магнитогорский государственный технический университет  
dyomin.ura@yandex.ru*

На современном этапе в промышленности реализуется масштабный тепловой процесс с температурными уровнями до 1600 °С.

В черной металлургии к таким процессам можно отнести выплавку стали в дуговых сталеплавильных печах и разливку стали в машинах непрерывного литья заготовок.

В большинстве случаев для охлаждения высокотемпературных тепловыделяющих установок в качестве охлаждающего теплоносителя используется вода в температурном интервале 5-40 °С, из-за опасности выпадения солей жесткости. В результате выделяемая в процессе тепловая энергия рассеивается в атмосферу в виде низкопотенциального тепла.

Профессором Андоньевым С.М. [1] было предложено подавать для охлаждения нагретых элементов оборудования химочищенную воду под давлением. Вода нагревается до образования пароводяной эмульсии, при этом используется скрытая теплота парообразования, т.е. тепло, отбираемое охлаждающей водой, затрачивается на ее испарение и на выходе может получиться сухой насыщенный пар.

Также было предложена замена охлаждающей воды на жидкометаллические теплоносители [2, 3] с последующей подачей его в вынесенный парогенератор с получением перегретого пара.

В данной работе ставится задача сравнения двух рассмотренных выше способов. Для этой цели был использован эксергетический метод термодинамического анализа [4].

Для расчетов был рассмотрен высокотемпературный процесс с тепловыделением  $Q=1$  кДж. Были рассчитаны масса получаемого пара и увеличение эксергии потока энергоносителя (вода-пар).

Питательная вода поступает при температуре 27 °С. При испарительном охлаждении на выходе получается сухой насыщенный пар, при вынесенном парообразовании на выходе получается перегретый пар при температуре 540 °С. Расчеты были проведены для давления воды и пара равном 12,5 МПа (наиболее

распространенное в паротурбинных циклах [5]) и 22 МПа (максимально возможное).

Формулы, которые использовались в расчетах:

$$m = \frac{Q}{(h_k - h_g)},$$

$$\Delta E = m * (h_k - h_g - T_0 * (S_k - S_g))$$

где  $h_k$  – конечная энтальпия выходящего пара,  $h_g$  – начальная энтальпия входящей воды,  $T_0$  – температура окружающей среды, равная 20°С,  $S_k$  – конечная энтропия выходящего пара,  $S_g$  – начальная энтропия входящей воды.

Результаты расчетов представлены на рис. 1 и 2.

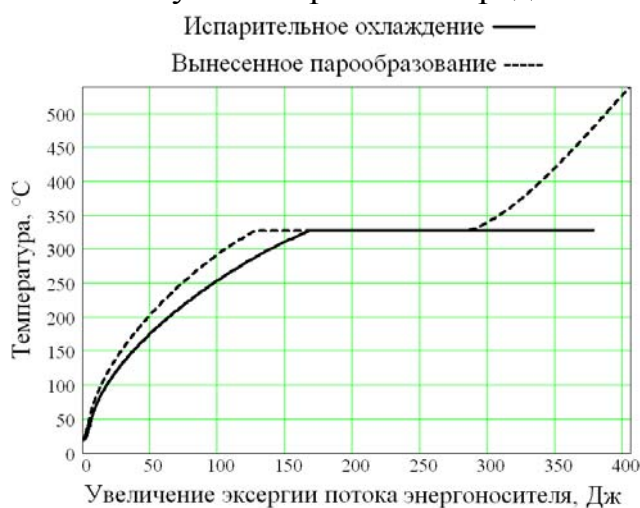


Рис. 1. ΔЕ при давлении пара 12,5 МПа

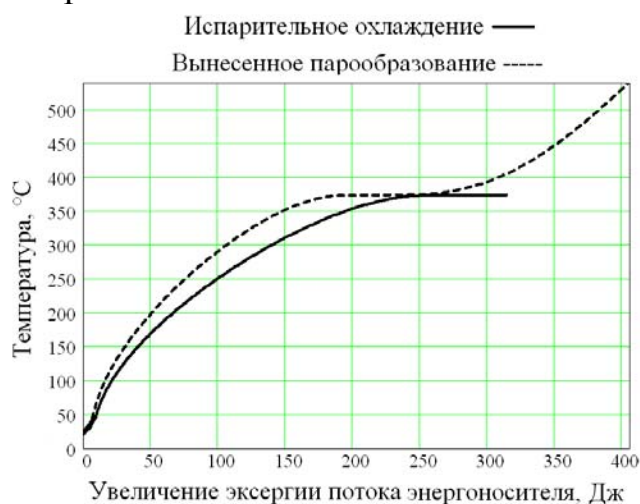


Рис. 2. ΔЕ при давлении пара 22 МПа

Из рис. 1 и 2 видно, что при давлении выходящего пара 12,5 МПа увеличении эксергии потока энергоносителя при испарительном охлаждении составляет 377,867 Дж, а при вынесенном парообразовании – 405,387 Дж, что на 6,8 % больше чем при испарительном охлаждении. При давлении выходящего пара 22 МПа увеличении эксергии потока энергоносителя при испарительном охлаждении составляет 294,684 Дж, а при вынесенном парообразовании – 405,149 Дж, что на 27,3 % больше чем при испарительном охлаждении.

Таким образом, увеличение эксергии потока энергоносителя при вынесенном парообразовании всегда больше, чем при испарительном охлаждении. Эта разница увеличивается с ростом давления получаемого пара.

Учитывая все вышесказанное, можно сделать вывод, что использование для охлаждения высокотемпературных тепловыделяющих установок жидкометаллического теплоносителя с последующим получением перегретого пара вместо испарительного охлаждения приведет к сокращению потерь от необратимости и увеличению к работоспособности получаемого пара.

#### Библиографический список

1. Андоньев С.М. Испарительное охлаждение металлургических печей. М.: Металлургия, 1970. 424 с.
2. Матвеев С.В., Картацев С.В. Теплота жидкой стали как источник энергии // Энергосбережение-теория и практика: Труды шестой международной школы-семинара молодых ученых и специалистов. М.: МЭИ, 2012. С. 193-194.

3. Матвеев С.В., Картавец С.В. Использование энергии тепловыделяющих процессов черной металлургии // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: Материалы 71-й межрегиональной научно-технической конференции. Магнитогорск: МГТУ, 2013. С. 42-45.
4. Бродянский В.М. Эксергетический метод термодинамического анализа. М.: Энергия, 1973. 296 с.
5. Баженов М.И. Промышленные тепловые электростанции / М.И. Баженов, А.С. Богородский, Б.В. Сазанов, В.Н. Юренев; под ред. Е.Я. Соколова. М.: Энергия, 1979. 296 с.

## **ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОТКАЗА ОТ КАПИТАЛЬНЫХ РЕМОНТОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН МАЛОЙ МОЩНОСТИ (до 10 кВт) В УСЛОВИЯХ ОАО «Синарский трубный завод»**

*Пильчугов А.В., Суворов А.Д., Костин А.А., Балдин В.Ю.  
ОАО «Синарский трубный завод», Институт теплофизики УрО РАН, УрФУ  
foxic\_alex@mail.ru*

Постоянная работа предприятий по снижению издержек на производство продукции, а также стремление к повышению энергетической эффективности производственных процессов обусловили выбор и дальнейшую разработку данной темы. При этом было уделено внимание действующим нормативным документам, вектору развития предприятия, мировому опыту решения поставленной задачи в развитых странах и апробации в условиях ОАО «СинТЗ».

Ремонт электрических машин малой мощности зачастую является нецелесообразным, так как имеет высокую стоимость в сравнении с покупкой нового двигателя. Исключением являются двигатели различного промышленного оборудования, замену или аналог которым найти практически невозможно.

В работе проведено сравнение электропотребления электрических машин общепромышленной серии АИР одного типа (нового и прошедшего капитальный ремонт), а также показана нецелесообразность капитальных ремонтов электрических машин общепромышленной серии АИР малой мощности (до 10 кВт) с экономической точки зрения.

Предложенное решение позволяет добиться повышения надежности работы электрических машин малой мощности для установленных интервалов мощностей и снизить затраты на ремонт этих машин. При этом будет достигаться уменьшение потребления электрической энергии указанными машинами, что соответствует мировым тенденциям, приоритетным направлениям развития науки, техники и технологии в России, а также требованиям федерального законодательства и государственной программы Российской Федерации по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.

Европейский опыт аналогичных решений показывает, что применение электрических машин оптимальных характеристик значительно выгоднее, чем восстановление этих характеристик методами ремонта в производственных условиях неспециализированных предприятий.